

学校编码: 10384

密级_____

学号: 19920071151146

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

支持产品平台演进与创新的知识本体建模与
应用系统开发

Knowledge Ontology Modeling and Application System
Development Supporting Product Platform Evolution and
Innovation

贾鸿翅

指导教师姓名: 侯亮 教授

专 业 名 称: 机械制造及其自动化

论文提交日期: 2010 年 月

论文答辩日期: 2010 年 月

2010 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘 要

随着MC逐渐成为企业主流生产模式，基于产品平台的创新模式开始受到企业的重视。作为企业创新战略、核心技术以及组织管理的集中体现，产品平台需要在一定时期维持一定程度的稳定性，才能保证研发和生产系统的稳定运行和盈利；而且，随着市场、技术及资源等的发展和变化，产品平台也将经历新一轮的创新和升级，以保有和提升企业的产品创新能力。新产品开发是创造性思维和灵活运用已有知识和经验的过程，知识在产品创新过程中的作用越来越引起学者们的重视。产品平台作为大规模定制企业进行产品开发生产的基本模式，对知识支持和管理的的需求更加迫切。

对产品平台稳定性的分析和评价，在产品平台创新过程和企业发展战略方面有着重要的现实意义。讨论了产品平台生命周期理论，分析并给出了稳定性评价指标及其构建过程。若产品平台进行稳定性评价的结果为不稳定，企业需要收集来自相应的扰动因素进行产品平台创新层次的选择。给出了产品平台三种创新层次及其特点。在产品平台创新过程中，模块创新设计有着及其重要的作用，提出了基于专利的模块创新设计过程。

引入本体的目的是建立一种概念化的、明确的、能够共享的知识模型，提出了支持产品平台稳定性评价与创新的知识本体建模构建步骤。知识管理依赖于知识分类，而知识分类依赖于具体的知识需求。提出了支持产品平台稳定性评价与创新的知识需求及其知识分类体系，并从评价知识类、产品平台结构类、创新知识类三个方面构建了支持产品平台稳定性评价与创新的知识建模框架。

在知识建模框架基础之上，进行了支持产品平台稳定性评价和创新的知识本体类定义和本体属性定义。本体术语集有利于实现产品知识的共享和重用，通过对大量驱动桥专利的分析，总结了驱动桥功能、效应、性能术语集。分析了驱动桥产品平台结构和相应专利，给出了驱动桥产品平台结构本体实例和驱动桥专利创新知识本体实例。

利用知识管理技术对已有知识进行有效组织已成为企业保持产品创新及竞争优势的源泉，阐述了支持产品平台稳定性评价与创新的知识管理系统原型开

发流程。首先给出了系统功能需求，然后从系统开发环境与技术、系统总体结构、系统整体流程三个方面讲述了系统总体设计。从用户管理模块功能设计、稳定性评价管理模块功能设计和产品平台创新管理模块功能设计三个方面讲述了系统模块功能设计。最后简单给出了本体库设计和与系统实现。

关键词：产品平台 评价 创新 本体 知识建模

本文工作主要是基于作者参加国家自然科学基金资助项目：知识驱动的产品平台创新和演进，项目号：70772093。

ABSTRACT

As MC (Mass Customization) has become the main production mode of the company, the innovation pattern based on product platform has received much attention. As the centralized reflection of innovation strategy, core technology and organization, a certain degree of product platform stability is necessary to ensure the profit and stable operation of production system during some stages. Moreover, along with the development and change of market, technology and resource, the product platform must be upgraded to improve product innovation capability. New product development is a process of using existing knowledge and experience creatively and flexibly, knowledge has increasingly received great attention from scholars in product innovation process. As the basic pattern for the development and production of MC company, there's more eager of knowledge support and management for product platform.

The analysis and evaluation of product platform stability has important realistic meaning in product platform innovation process. Product platform life cycle was discussed, stability evaluation index and its construction process were analyzed and given. If the result of product platform stability evaluation was instable, company need to identify corresponding disturbance factors so that product platform innovation levels can be selected. Three levels of product platform innovation and the corresponding features were presented. Module innovation design plays a very important role in product platform innovation process, module innovation design based on patent were given.

The objective of introducing ontology is to establish knowledge model which is conceptual, definite and can be shared. The steps of establishing knowledge ontology of product platform stability evaluation and innovation were suggested. Knowledge management depends on knowledge classification which depends on specific knowledge requirement, the knowledge requirement and knowledge categorization system were discussed, and the knowledge modeling framework of product platform stability evaluation and innovation was explained by evaluation knowledge class, product platform architecture class and innovation knowledge class.

The definition of ontology class and ontology property of product platform stability evaluation and innovation were represented based on the knowledge modeling framework. Ontology term set is beneficial to realizing sharing and reusing

of knowledge. The term set of function, effect and performance of driving axle was summarized through the analysis of a large amount of driving axle patents. Driving axle product platform and relevant patents were analyzed and ontology examples of product platform architecture and innovation knowledge of driving axle patent were given.

Effective organization of existing knowledge using knowledge management technology is the source of maintaining the advantage of product innovation and competition of company, the development process of knowledge management system prototype for the evaluation of product platform stability and innovation was expounded. System function requirements was given first, and then overall design of the system was discussed from the view of system development environment and technology, system overall structure and system whole flow. System function design was represented with function designs for user management, stability evaluation management and product platform innovation management. Finally ontology repository and system realization were given.

Key Words: product platform; evaluation; innovation; ontology; knowledge modeling

The thesis is supported by Natural Science Foundation of China. (No: 70772093)

目 录

| | |
|---|-----|
| 中文摘要..... | I |
| ABSTRACT..... | III |
| 第一章 绪论 | 1 |
| 1.1 研究背景 | 1 |
| 1.1.1 MC 与产品平台的提出 | 1 |
| 1.1.2 知识管理的兴起..... | 2 |
| 1.1.3 本体的应用 | 3 |
| 1.2 研究现状 | 4 |
| 1.2.1 产品平台评价与创新 | 4 |
| 1.2.2 产品平台知识建模..... | 5 |
| 1.2.3 产品平台创新中的知识管理..... | 6 |
| 1.3 研究的目的和意义 | 6 |
| 1.4 论文总体结构和主要研究内容 | 7 |
| 第二章 面向产品平台演进的稳定性评价与平台创新过程研究..... | 9 |
| 2.1 产品平台生命周期过程 | 10 |
| 2.2 面向产品平台演进的稳定性分析与评价 | 11 |
| 2.2.1 产品平台稳定性分析 | 11 |
| 2.2.2 产品平台稳定性评价指标体系 | 13 |
| 2.2.3 稳定性评价指标构建过程..... | 14 |
| 2.3 产品平台创新过程与特点 | 17 |
| 2.3.1 产品平台创新层次及其特点 | 17 |
| 2.3.2 产品平台创新过程..... | 19 |
| 2.3.3 模块创新设计 | 21 |
| 2.4 本章小结 | 22 |
| 第三章 产品平台稳定性评价与创新过程的知识需求、知识分类体系 与建模框架 | 23 |
| 3.1 本体建模构建原则和构建步骤 | 23 |
| 3.1.1 本体建模构建原则 | 23 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1.2 本体建模构建步骤 | 24 |
| 3.2 产品平台稳定性评价和创新过程的知识需求与知识分类体系 | 25 |
| 3.2.1 产品平台稳定性评价过程知识需求 | 25 |
| 3.2.2 产品平台创新过程知识需求 | 26 |
| 3.2.3 支持产品平台稳定性评价与创新过程的知识分类体系 | 27 |
| 3.3 知识建模框架 | 30 |
| 3.3.1 评价知识模型 | 30 |
| 3.3.2 产品平台结构模型 | 31 |
| 3.3.3 创新知识模型 | 36 |
| 3.4 本章小结 | 40 |
| 第四章 支持产品平台稳定性评价与创新的知識本体建模与表达... 41 | 41 |
| 4.1 本体类定义 | 42 |
| 4.2 本体属性定义 | 44 |
| 4.2.1 ObjectProperty 属性定义 | 44 |
| 4.2.2 DatatypeProperty 属性定义 | 46 |
| 4.3 本体术语集定义 | 47 |
| 4.3.1 功能、性能术语集 | 47 |
| 4.3.2 效应术语集 | 48 |
| 4.3.3 本体术语集语言表达 | 49 |
| 4.4 本体实例及其属性构建 | 49 |
| 4.4.1 产品平台结构本体实例构建 | 49 |
| 4.4.2 创新知识本体实例创建 | 54 |
| 4.5 本章小结 | 56 |
| 第五章 支持产品平台稳定性评价与创新的知識管理系统开发..... 57 | 57 |
| 5.1 系统功能需求 | 57 |
| 5.2 系统总体设计 | 59 |
| 5.2.1 系统开发环境与技术 | 59 |
| 5.2.2 系统总体结构 | 63 |
| 5.2.3 系统整体流程 | 64 |
| 5.3 功能设计 | 65 |
| 5.3.1 用户管理模块功能设计 | 66 |
| 5.3.2 稳定性评价管理模块功能设计 | 66 |

| | |
|----------------------------|-----------|
| 5.3.3 产品平台创新管理模块功能设计..... | 67 |
| 5.4 本体库设计 | 67 |
| 5.5 系统实现 | 68 |
| 5.5.1 稳定性评价界面..... | 68 |
| 5.5.2 平台创新界面 | 71 |
| 5.5.3 创新知识管理界面 | 72 |
| 5.6 本章小结 | 72 |
| 第六章 结论与展望 | 73 |
| 6.1 结论..... | 73 |
| 6.2 展望..... | 74 |
| 参 考 文 献 | 75 |
| 致 谢..... | 80 |
| 攻读学位期间发表的论文目录 | 81 |

Table of Contents

| | |
|--|-----------|
| Abstract in Chinese..... | 错误！未定义书签。 |
| Abstract in English | 错误！未定义书签。 |
| Chapter 1 Preface..... | 1 |
| 1.1 Research background | 1 |
| 1.1.1 MC and generation of product platform | 1 |
| 1.1.2 Rising of knowledge management | 2 |
| 1.1.3 Ontology Application..... | 3 |
| 1.2 Research status | 4 |
| 1.2.1 Product platform stability evaluation and innovation | 4 |
| 1.2.2 Product platform knowledge modeling | 5 |
| 1.2.3 Knowledge management in product platform innovation..... | 6 |
| 1.3 Research purpose and meaning | 6 |
| 1.4 Paper overall structure and Main research contents..... | 7 |
| Chapter 2 Research on stability evaluation and innovation for product platform evolution | 9 |
| 2.1 Product platform life cycle Process | 错误！未定义书签。 |
| 2.2 Stability analysis and evaluation for product platform evolution | 11 |
| 2.2.1 Analysis of product platform stability | 11 |
| 2.2.2 Evaluation index system of product platform stability | 13 |
| 2.2.3 Construction process of Product Platform stability index..... | 错误！未定义书签。 |
| 2.3 Product platform innovation process and features..... | 17 |
| 2.3.1 innovation levels and features of product platform..... | 错误！未定义书签。 |
| 2.3.2 product platform process..... | 错误！未定义书签。 |
| 2.3.3 Module innovation design..... | 错误！未定义书签。 |
| 2.4 Brief summary | 22 |
| Chapter 3 Knowledge requirement, knowledge category and modeling framework of product platform stability evaluation and | |

| | |
|---|-----------|
| innovation process..... | 23 |
| 3.1 Construction principles and steps of ontology modeling..... | 23 |
| 3.1.1 Construction principles of ontology modeling | 23 |
| 3.1.2 Construction steps of ontology modeling | 24 |
| 3.2 Knowledge requirement and knowledge category of product platform stability evaluation and innovation process..... | 25 |
| 3.2.1 Knowledge requirement of product platform stability evaluation process | 25 |
| 3.2.2 Knowledge requirement of product platform innovation process | 26 |
| 3.2.3 Knowledge category for supporting product platform stability evaluation and innovation process..... | 27 |
| 3.3 Knowledge modeling framework..... | 30 |
| 3.3.1 Evaluation knowledge model | 30 |
| 3.3.2 Product platform architecture model | 31 |
| 3.3.3 Innovation knowledge model | 36 |
| 3.4 Brief summary..... | 40 |
| Chapter 4 Knowledge ontology modeling and expression supporting product platform stability evaluation and innovation | 41 |
| 4.1 Ontology class definition | 42 |
| 4.2 Ontology property definition | 44 |
| 4.2.1 ObjectProperty definition..... | 44 |
| 4.2.2 DatatypeProperty definition..... | 46 |
| 4.3 Ontology term set definition | 47 |
| 4.3.1 Term set of function and performance | 47 |
| 4.3.2 Term set of effect | 48 |
| 4.3.3 Ontology language expression..... | 49 |
| 4.4 Ontology example and its property construction..... | 49 |
| 4.4.1 Ontology example construction of driving axle product platform architecture | 49 |
| 4.4.2 Ontology example construction of innovation knowledge | 54 |
| 4.5 Brief summary..... | 56 |
| Chapter 5 Knowledge management system development supporting product platform stability evaluation and innovation..... | 57 |

| | |
|---|------------------|
| 5.1 System function requirement | 57 |
| 5.2 System overall design..... | 59 |
| 5.2.1 System development environment and technology | 59 |
| 5.2.2 System overall structure..... | 63 |
| 5.2.3 System whole flow | 64 |
| 5.3 Function design | 65 |
| 5.3.1 Function design of user management module | 66 |
| 5.3.2 Function design of stability evaluation | 66 |
| 5.3.3 Function design of product platform innovation management | 67 |
| 5.4 Ontology repository design | 67 |
| 5.5 System realization | 68 |
| 5.5.1 Stability evaluation interface | 68 |
| 5.5.2 Product platform innovation interface | 71 |
| 5.5.3 Innovation knowledge management interface | 72 |
| 5.6 Brief summary..... | 错误！未定义书签。 |
| Chapter 6 Conclusion and prospect | 错误！未定义书签。 |
| 6.1 Conclusion | 73 |
| 6.2 Prospect..... | 74 |
| Reference..... | 75 |
| Acknowledgements..... | 80 |
| Achievement..... | 81 |

第一章 绪论

随着企业产品开发和生产模式已从大规模生产模式转向以客户为中心、关注客户真实需求的大规模定制(Mass Customization)模式,基于产品平台(Product Platform)的新产品开发模式成为企业关注的焦点^[1]。

在客户需求变幻莫测、技术日新月异、市场运作不确定、竞争激烈的形势下,产品平台必须不断进行动态更迭,以使产品族不断进化发展,从而使得实施大批量定制的企业在市场中获得持续的竞争优势。能否根据市场变化、技术发展及资源能力等进行产品平台的优化、创新和升级,成为企业实施大规模定制过程中能否保有和提升产品自主创新能力的瓶颈问题之一。产品平台动态更迭中不断进行的决策都是建立在对产品平台、产品族的评价基础上,需要对影响产品平台稳定性及其影响因素进行分析,最终做出合理的平台决策。因此,产品平台评价是面向大批量定制的产品平台演进过程中重要和关键的一步。

在竞争愈演愈烈、用户与市场瞬息万变的环境中,企业的生存和发展不再仅依赖于拥有多少物质资源、流动资金和占有多大市场份额,知识资源正扮演越来越重要的角色。“知识已经成为关键的经济资源,而且是竞争优势的主导性来源,甚至可能是唯一的来源”^[2]。知识密集(Knowledge Intensive)和协作性(Collaborative)逐渐成为企业现代产品开发过程的主要特征^[3]。新产品开发是创造性思维和灵活运用已有知识和经验的过程,知识在产品创新过程中的作用越来越引起学者们的重视。产品平台作为大规模定制企业进行产品开发生产的基本模式,对知识支持和管理的要求更加迫切。实现大规模定制下的平台产品创新设计,需要为决策者、设计参与者提供全面的知识支持。

1.1 研究背景

1.1.1 MC与产品平台的提出

早在1970年预言家阿尔温·托夫勒(Alvin Toffler)就在《未来的冲击》一书中从技术发展角度提出了MC生产的基本设想。1987年斯坦·戴维斯(Stan Dives)在《完美的未来》一书中对MC进行简要说明。1993年约瑟夫·派恩二世(Joseph Pine II)在哈佛商学院出版的“Mass Customization-the new frontier in Business Competition”中对MC的内容进行了完整的描述,他认为:“MC是指对定制产

品或服务进行个别的大量生产,它把大量生产和定制生产这两种生产模式的优势有机结合起来,在不牺牲企业经济效益的前提下,了解并满足单个客户需求”。MC 对于组织竞争优势的战略特性突出表现在:通过组织核心业务的整合,以一致的质量、合理的成本、快速、灵活、可靠地交付客户所认可的利益或价值,同时赢得组织自身的利益或价值。2000 年,吉尔莫(Gilmore)和约瑟夫·派恩二世对近期发表于《哈佛商业评论》上的关于 MC 的文章进行了整集,20 世纪的最后十年是 MC 在学术界耀眼的十年,大量学者著述与其相关的问题。Sanderson 和 Uzumeri^[4], Meyer 和 Lehnerd^[5], Robertson 和 Ulrich^[6], Ho 和 Tang^[7], O'Grady(1999)^[8]这些至今仍是该领域影响最广、引用频率最高的文献,都是通过对国际领先制造和服务企业的洞察和详细的实证研究获得的卓越成果。从不同角度给出警示之余,这些文献都突出了实现 MC 的一个共有的成功要素:产品平台(Product Platform)概念的应用。

Meyer and Utterback^[1]提出产品平台就是一组产品共享的设计和零部件集合。而共享一个共同的产品平台、具有不同的性能和特征、以满足不同用户需求的一系列产品就是产品族。一个坚实的平台是成功产品族的核心,是一系列紧密相关产品的基础。该战略通过在产品族内的不同变型产品之间共享核心单元(部件、接口和过程),以获得开发成本和时间的节省,同时获得不同的变型产品。Muffato^[9]定义产品平台为:“在物理上连接为稳定子装配,并可在不同最终产品模型商通用的一组产品部件”。Meyer and Seliger^[10]把产品平台概念从有形的物质产品拓展到计算机软件产品,认为平台方法也使用于软件产品平台,进一步扩展了平台方法的应用范围。McGrath^[11]定义产品平台为由一组亚系统和界面组成的,可以有效地开发和生产出相关产品的共有结构。Robertson 和 Ulrich^[6]赋予了产品平台更为广义的概念,认为产品平台是一个产品系列共享资产的集合,包括零部件、工艺、知识、人员与联系。Simpson^[12]总结了两种产品平台实现方法:自顶向下的方式和自底向上的方式。前者是公司从战略上设计一个产品平台和其派生产品,从而指导产品族的开发;而后者则是在已有的一组产品基础上开发一个产品族的公共平台,以标准化元件来提高平台的通用性,达到规模经济。

1.1.2 知识管理的兴起

21 世纪是知识经济的时代,为企业创造知识、利用知识、创造财富的知识管理(Knowledge Management, KM)过程是企业面对未来激烈市场竞争和自身发展

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库